



УДК 621.316

## УЧЕТ СЕЗОННОСТИ ОТКАЗОВ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В РАСЧЕТАХ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

## SEASONAL ACCOUNTING OF BASIC EQUIPMENT FAILURES IN THE RELIABILITY CALCULATIONS OF ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORKS

**Котов Олег Михайлович**, к-т. техн. наук, доцент каф. «Автоматизированных электрических систем», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: o.m.kotov@urfu.ru. Тел.: +7(343)375-95-77

**Сандаков Ян Викторович**, магистрант каф. «Автоматизированных электрических систем», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: yan.sandakov@yandex.ru, Тел.: +7(982)702-75-31

**Oleg M.Kotov**, Cand.Tech.Sci., the senior lecturer, Department «Automated electrical systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: o.m.kotov@urfu.ru. Ph.: +7(343)375-95-77

**Yan V Sandakov**, Master student, Department «Automated electrical systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: yan.sandakov@yandex.ru, Тел.: +7(982)702-75-31

**Аннотация:** В работе представлен анализ влияния времени года на надежность электрических сетей, основанный на статистике по аварийности за трехлетний период наблюдений. Сформулированы рекомендации по учету сезонных изменений аварийности линий электропередач. Выполнен расчет надежности типового фрагмента сети.

**Abstract:** The analysis of the season influence on the reliability of electrical grids, based on the accidents statistics for the three year observation period, is presented in this paper. The recommendations for the accounting of seasonal accidents rate of power line were formulated. The calculation of a standard schema fragment reliability was done.

**Ключевые слова:** надежность электрических сетей; отказы основного оборудования; расчеты структурной надежности.

**Key words:** reliability of electrical grid; failures of main equipment; calculation of structural reliability.

### ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПО АВАРИЙНОСТИ

Опыт эксплуатации электросетевого оборудования позволяет сделать вывод, что его отказы в течение года распределены неравномерно. В частности, повышенное число отключений воздушных линий электропередач (ВЛЭП) связано с периодом грозовой активности. В соответствующей степени способствует увеличению количества отказов в летний период проведение ремонтной кампании, во время которой используются, как правило, менее надежные ремонтные схемы.

На основании информации о технологических нарушениях основного оборудования одного из электросетевых предприятий за 2013-2015 гг. выполнена оценка аварийности основного оборудования. Результаты оценки позволили сделать вывод, что из всего объема

представительными являются лишь данные об аварийности воздушных линий электропередач 220 кВ, общая протяженность которых в данном случае составила около 4 тысяч километров. Полученная интенсивность отказов наблюдаемых ВЛЭП представлена в таблице 1. На рисунке 1 показано изменение этого параметра в течение периода наблюдений, а также приведена среднестатистическая интенсивность неустойчивых отказов воздушных линий электропередач 220 кВ [1].

Таблица 1

Количество отключений за год			Интенсивность отказа за период (на 100 км)		
2013г.	2014г.	2015г.	2013 г	2013-2014 гг.	2013-2015 гг.
69	51	59	1,836	1,597	1,588



Рис. 1. Изменение интенсивности отказов (1/год)

Последующая обработка данных о технологических отказах позволила дифференцировать технологические нарушения ВЛЭП по кварталам года. На рисунке 3 приведено распределение отказов за 3 года наблюдений, а также показано среднее количество отказов в квартал.

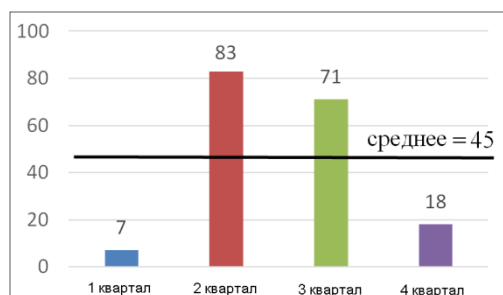


Рис. 2. Распределение технологических нарушений ВЛЭП по кварталам

### РАСЧЕТ ТЕСТОВОГО ФРАГМЕНТА СЕТИ

Для оценки влияния сезонности отказов ВЛЭП на надежность электрической сети был выполнен расчет типового фрагмента электрической сети с использованием программы «Струна» [2]. Фрагмент (рисунок 3) представляет собой транзитную подстанцию 220/10кВ [3]. Узлами питания считаются узлы 101 и 102. Узел 42 моделирует смежные районы. Все выключатели масляные [1]. Нагрузка секции 10 кВ составляет 4,75 МВт. Показатели аварийности ВЛЭП определены с учетом поправочных коэффициентов (таблица 2), рассчитанных в соответствии с рисунком 2.

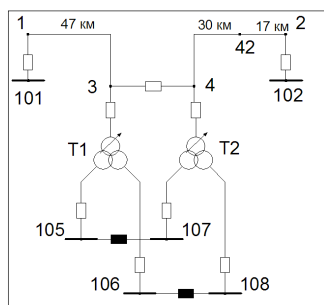


Рис. 3. Расчетная схема

В таблице 3 приведены результаты расчетов в виде абсолютного и относительного значений ожидаемого годового недоотпуска электроэнергии.

Таблица 2

Поправочные коэффициенты и интенсивности отказов ВЛЭП

Квартал	Поправочный коэффициент	$\lambda_{уст, 1/год}$	$\lambda_{неуст, 1/год}$
1	0,1564	0,1330	0,2659
2	1,8547	1,5765	3,1531
3	1,5866	1,3486	2,6972
4	0,4022	0,3419	0,6838

Таблица 3

Ожидаемый недоотпуск электроэнергии

Вариант расчета	Суммарный, МВт·часов	Относительный
Без поправочных коэффициентов	9,286	1
1 квартал	8,916	0,960
2 квартал	9,756	1,051
3 квартал	9,598	1,034
4 квартал	9,012	0,970

### ВЫВОДЫ:

- 1) Показатели аварийности ВЛЭП 220 кВ, рассчитанные по данным о технологических нарушениях, близки к среднестатистическим справочным значениям;
- 2) Сезонные изменения аварийности воздушных линий электропередач целесообразно учитывать в виде поправочных коэффициентов, полученных для соответствующего квартала года;
- 3) Результаты расчетов надежности тестовой схемы свидетельствуют о влиянии сезонности отказов ВЛЭП на ожидаемый годовой недоотпуск электроэнергии;
- 4) Необходимо продолжить работы с целью учета сезонности отказов всего основного оборудования в задаче оценке структурной надежности электрических сетей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. 4-е изд., перераб. и доп. М. : ЭНАС, 2012.
2. Обоскалов В.П. Структурная надёжность электроэнергетических систем: учебное пособие. - Екатеринбург, УрФУ, 2012. 196 с.
3. Котов О.М., Сандаков Я.В. Оценка моделей трехфазных трансформаторов в задаче анализа структурной надежности электрических сетей//Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: 4-я МНПК, г. Екатеринбург.